

王广海, 陆华忠, 吕恩利, 等. 液氮充注气调对马铃薯保鲜环境参数的影响[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(4): 312-315.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.04.089

液氮充注气调对马铃薯保鲜环境参数的影响

王广海^{1,2}, 陆华忠², 吕恩利², 侯可明², 王飞仁², 何伟宁³

(1. 广东机电职业技术学院, 广东广州 510515; 2. 华南农业大学南方农业机械化与装备关键技术教育部重点实验室, 广东广州 510642;

3. 山东省泰安市农业机械科学研究所, 山东泰安 271000)

摘要:为研究液氮充注气调对马铃薯贮藏温度、相对湿度和氧气体积分数等保鲜环境参数的影响, 搭建了液氮充注气调试验平台, 进行了液氮充注试验, 对比翅片间距、通风风速和环境温度 3 个试验因素对厢体后侧温度、相对湿度和氧气体积分数的影响。试验结果表明: 翅片间距越大, 降氧和降温速度越慢, 相对湿度总体呈先降低后升高的变化规律; 通风风速对氧气体积分数和温度的影响显著, 通风风速越大, 降氧速度越慢, 降温速度越快, 相对湿度与温度相互对应; 环境温度对氧气体积分数、温度和相对湿度的影响不显著。试验结果可为气调保鲜装备的研究提供参考。

关键词:翅片间距; 通风风速; 环境温度; 保鲜环境; 马铃薯; 液氮

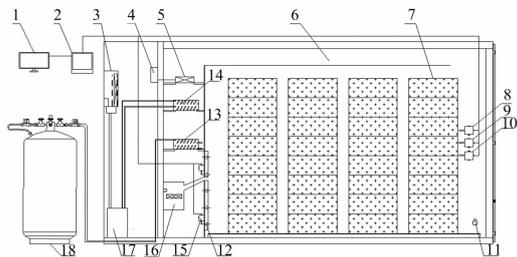
中图分类号: TS205 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)04-0312-03

液氮充注气调可综合调控厢体内温度、湿度、氧气和二氧化碳体积分数, 实现果蔬物理保鲜, 提高贮藏品质, 有效减少损耗率^[1-6]。液氮温度低, 冷能大, 直接充注容易造成果蔬局部低温冻伤, 需加装汽化器辅助汽化, 汽化器翅片参数、通风风速和环境温度等因素直接影响保鲜环境参数^[7-9]。国内外相关研究主要集中于气调保鲜技术、环境参数调控特性和控制策略等内容, 针对液氮充注气调对果蔬保鲜环境参数影响的相关研究还比较少^[10-15]。液氮充注气调引起果蔬贮藏环境参数的变化程度直接影响保鲜品质, 是气调环境调控技术不可忽视的重要环节, 有必要进行深入分析。本研究通过搭建液氮充注气调试验平台, 分析液氮充注气调过程中汽化器翅片间距、通风风速和环境温度等试验因素对马铃薯贮藏温度、相对湿度和氧气体积分数等保鲜环境参数的影响, 为果蔬气调保鲜装备的研究提供参考。

1 试验装置与方法

液氮充注气调试验装置见图 1。试验厢体由 12 mm 厚有机玻璃板制成, 长 × 宽 × 高为 2.38 m × 1.28 m × 1.40 m, 厢体内外壁均用 50 mm 厚保温泡沫板覆盖。试验初始环境温度和湿度分别由制冷机组(自制, 额定功率 1 491 W)和超声波加湿装置(内置 24 个超声波加湿雾化头, 额定功率 250 W)调节。自增压液氮罐(型号 YDZ-100, 最大出液压力 0.09 MPa)开启向厢体内充注液氮, 流经汽化器形成低温氮气, 在风机(型号 YM2420AXB1, 最大流量 16.84 m³/min, 并排 2 个)的压差作用下使气流从回风道流经开孔隔板(开孔

率为 4.03%)至马铃薯贮藏区, 液氮充注时开启电动球阀(直径 50 mm, 电压 24 V, 厢体两侧各 1 个)泄压, 实现厢体内外气体交换, 降低氧气体积分数。厢体后端布置 1 个温度传感器(测量范围: -20 ~ 80 ℃, 精度: ±0.3 ℃)、1 个湿度传感器(测量范围: 0 ~ 99.9%, 精度: ±2% RH)和 1 个氧气浓度传感器(测量范围: 0 ~ 25%, 精度 ±1%), 用以测量厢体内的温度、湿度和氧气体积分数, 开孔隔板内侧均匀布置 5 个温度传感器, 用以测量隔板平均温度。各传感器数值通过无纸记录仪实时记录(记录频率 1 次/s), 并储存于电子计算机内。



1—电子计算机; 2—无纸记录仪; 3—制冷机组冷凝器; 4—调速器; 5—风机(2个); 6—回风道; 7—塑料筐(装入马铃薯); 8—温度传感器; 9—湿度传感器; 10—氧气浓度传感器; 11—电动球阀(2个); 12—开孔隔板; 13—汽化器; 14—制冷机组蒸发器; 15—温度传感器(5个); 16—超声波加湿装置; 17—制冷机组压缩机; 18—自增压液氮罐

图1 液氮充注气调试验平台

试验材料选用马铃薯, 总质量 250 kg, 购于广州市白云农产品批发市场, 形状规则, 无病虫害, 无机械损伤, 表皮呈淡黄色。马铃薯经过预冷后装入塑料筐内, 塑料筐规格(长 × 宽 × 高)为 495 mm × 355 mm × 255 mm, 网状结构, 开孔率为 38.5%, 堆垛方式为中间、两侧留空, 堆垛左、右间距为 55 mm, 前、后间距为 135 mm。

以汽化器翅片间距、通风风速和初始环境温度为试验因素, 结合项目经验和国内外相关文献^[16-20]选取试验因素水平值, 如表 1 所示。

试验时开启自增压液氮罐和电动球阀, 进行液氮充注试验, 试验持续进行 30 min, 每组试验重复 3 次, 取平均值分析。

收稿日期: 2015-11-06

基金项目: 国家科技支撑计划(编号: 2013BAD19B01); 广东省广州市科技计划(编号: 2014J2200070); 广东省高等学校优秀青年教师培养计划(编号: Yq2014025)。

作者简介: 王广海(1983—), 男, 广东陆丰人, 博士研究生, 讲师, 从事果蔬冷链物流技术与装备的研究。E-mail: 94574353@qq.com。

通信作者: 吕恩利, 博士, 副教授, 研究方向为冷链物流技术与装备。

E-mail: enlilv@scau.edu.cn。

表1 液氮充注气调马铃薯贮藏试验因素水平

因素水平	翅片间距 (mm)	通风风速 (m/s)	环境温度 ($^{\circ}\text{C}$)
1	4	0	5
2	5	2	10
3	6	4	15
4	7	6	20

2 结果与分析

2.1 翅片间距对马铃薯保鲜环境参数的影响

调节厢体内初始环境温度为(5 ± 0.2) $^{\circ}\text{C}$,相对湿度为(85 ± 5)%,氧气体积分数为(20.5 ± 0.5)%,通风风速为6 m/s,分别选用翅片间距为4、5、6、7 mm的汽化器进行液氮充注试验,分析汽化器翅片间距对马铃薯保鲜环境参数的影响情况,试验结果如图2、图3和图4所示。

由图2可知,翅片间距越大,降氧速度越慢。原因是汽化器翅片间距大,翅片表面结霜量较小,结霜产生的空气流动阻力及热阻相对较小,汽化器管内液氮流动过程中气相增加,管内压降增大,使液氮流动阻力增大,流量减小,从而降低了降氧速度。

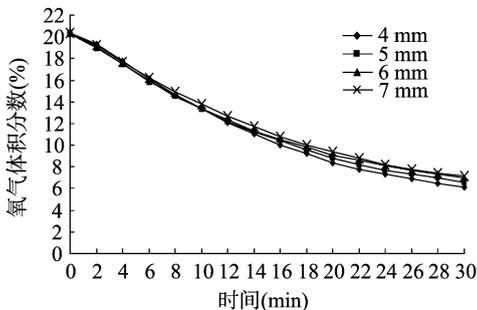


图2 翅片间距对氧气体积分数的影响

由图3可知,翅片间距越大,降温速度越慢。原因是汽化器翅片间距大,空气流动阻力及热阻小,换热效果好,汽化器管内液氮流动阻力增大,流量减小,液氮出气温度高,从而降温速度慢。从总体上看,温度呈先略升后急降的降温规律,原因是液氮充注初始阶段,液氮罐处于自增压过程,出液流量小,汽化器出气温度较高,致使厢体后侧温度略微升高后再迅速降低。

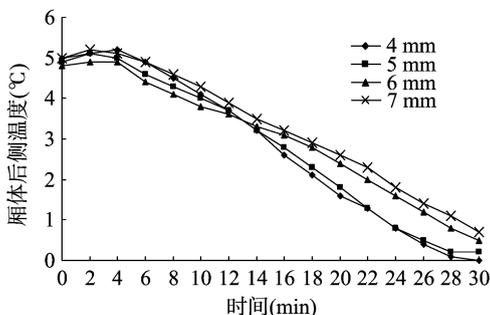


图3 翅片间距对厢体后侧温度的影响

由图4可以看出,翅片间距对厢体后侧相对湿度的影响不显著,相对湿度总体呈先降低后升高的变化规律。原因是厢体后侧温度呈先略升后急降的降温规律,在密闭的贮藏空间里,温度升高时,湿度值会偏离饱和值,使相对湿度降低,而

降温过程使湿度值更接近饱和值,提高了相对湿度,即厢体内相对湿度总体也呈先降低后升高的变化规律。液氮充注初始阶段,当翅片间距为4 mm时,汽化器换热表面积最大,出气温度最高,使厢体后侧温度升高幅度最大,从而致使相对湿度呈先迅速下降后上升的规律。

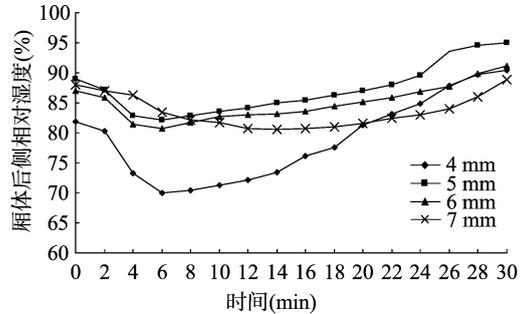


图4 翅片间距对厢体后侧相对湿度的影响

2.2 通风风速对马铃薯保鲜环境参数的影响

调节厢体内初始环境温度为(5 ± 0.2) $^{\circ}\text{C}$,相对湿度为(85 ± 5)%,氧气体积分数为(20.5 ± 0.5)%,汽化器翅片间距选用4 mm,分别在0、2、4、6 m/s的通风风速下进行液氮充注试验,分析通风风速对马铃薯保鲜环境参数的影响情况,试验结果如图5、图6和图7所示。

由图5可知,通风风速对氧气体积分数的影响显著,通风风速越大,降氧速度越慢。首先,通风风速大,汽化器换热效果好,汽化器管内压降增大,使液氮流动阻力增大,流量减小,降低了降氧速度。其次,液氮充注时开启电动球阀进行泄压,通风风速大,加快了厢内气流循环,使电动球阀附近单位体积内氧气体积分数下降,泄压换气的排氧比例减少,从而降低了降氧速度。

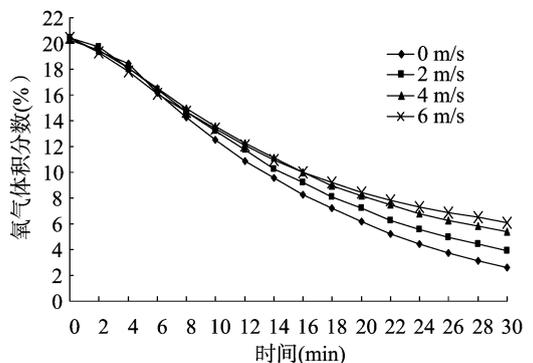


图5 通风风速对氧气体积分数的影响

由图6可知,通风风速对厢体后侧温度的影响显著,通风风速越大,降温速度越快。原因是通风风速大,气流循环的速度加快,液氮释放的冷能迅速与厢体后侧进行热交换,提高了降温速度。当通风风速为0 m/s时,汽化器换热效果较差,结霜严重,且厢体内的气流无法进行循环,使得液氮释放的冷能都在厢体前端聚集,致使厢体后侧温度出现不降反升的情况。

由图7可以看出,通风风速对厢体后侧相对湿度的影响显著,相对湿度与温度相互对应,当通风风速大使得降温速度快时,相对湿度上升的速度也快。当通风风速为0 m/s时,试验结束时隔板平均温度为 -2.78°C ,厢体后侧温度为 6.7°C ,前后温差为 9.48°C ,试验过程厢体后侧相对湿度从

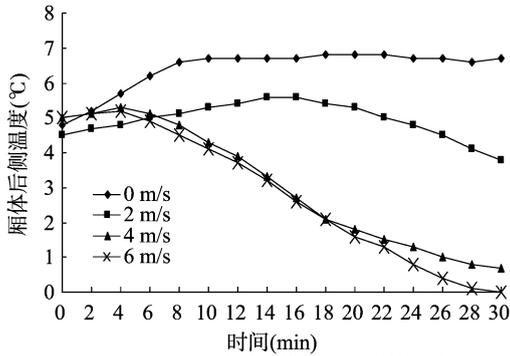


图6 通风风速对箱体后侧温度的影响

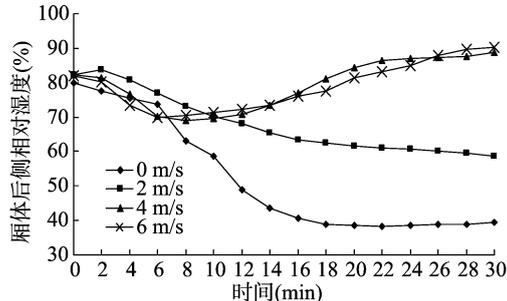


图7 通风风速对箱体后侧相对湿度的影响

80%降至39%。

2.3 环境温度对马铃薯保鲜环境参数的影响

调节厢体内初始环境相对湿度为 $(85 \pm 5)\%$,氧气体积分数为 $(20.5 \pm 0.5)\%$,汽化器翅片间距选用4 mm,通风风速设定为6 m/s,分别在5、10、15、20℃的初始环境温度下进行液氮充注试验,分析环境温度对马铃薯保鲜环境参数的影响情况,试验结果如图8、图9和图10所示。

由图8可知,环境温度对氧气体积分数的影响不显著,不同初始环境温度下的降氧速度差别不大。原因是液氮温度约为-196℃,厢体环境温度的变化对汽化器管内外温差的影响较小,换热系数差别不大,所以环境温度对降氧速度的影响程度较小。

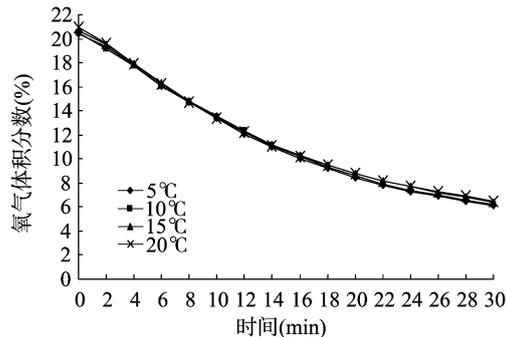


图8 环境温度对氧气体积分数的影响

由图9可知,环境温度对箱体后侧温度的影响不显著,不同初始环境温度下的降温速度差别不大,原因是厢体环境温度的变化对汽化器换热系数的影响较小。当厢体初始环境温度为5℃时进行液氮充注试验,试验结束时箱体后侧温度降至0℃,容易引起马铃薯低温冻伤。

由图10可以看出,环境温度对箱体后侧相对湿度的影响不显著,相对湿度总体呈先降低后升高的变化规律,与降温过

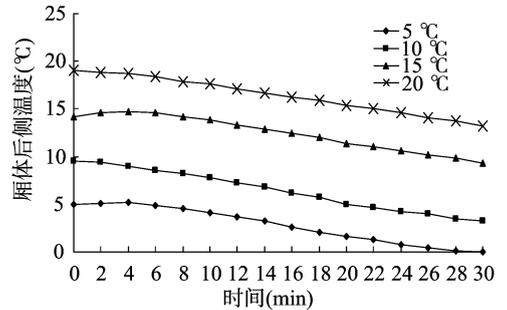


图9 环境温度对箱体后侧温度的影响

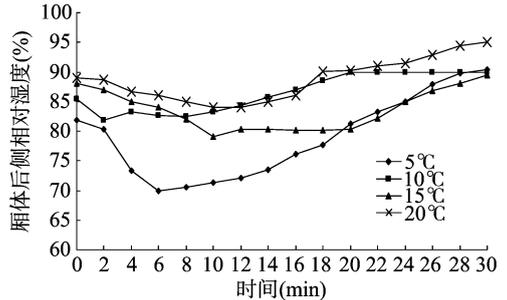


图10 环境温度对箱体后侧相对湿度的影响

程相互对应。

3 结论与讨论

为研究液氮充注气调对马铃薯保鲜环境参数的影响,搭建了液氮充注气调试验平台,进行了液氮充注试验。试验结果表明:(1)翅片间距越大,降氧和降温速度越慢,翅片间距对相对湿度的影响不显著,相对湿度总体呈先降低后升高的变化规律;(2)通风风速对氧气体积分数和箱体后侧温度的影响显著,通风风速越大,降氧速度越慢,而降温速度则越快,厢体后侧相对湿度与温度相互对应;(3)环境温度对氧气体积分数、箱体后侧温度和相对湿度的影响不显著。

值得讨论的是,液氮充注气调马铃薯保鲜环境参数的影响还应考虑初始环境相对湿度水平和物料贮藏区域的流场均匀性等因素,本课题组正在对此相关影响因素进行深入研究。

参考文献:

- [1] 吕恩利,陆华忠,杨洲,等. 果蔬气调保鲜运输技术发展研究[J]. 农机化研究,2010,32(6):225-228.
- [2] 王广海,吕恩利,陆华忠,等. 保鲜运输用液氮充注气调控制系统的设计与试验[J]. 农业工程学报,2012,28(1):255-259.
- [3] 周晓龙,吕恩利,陆华忠,等. 果蔬气调贮藏保鲜环境控制技术发展研究[J]. 农机化研究,2013,34(10):242-248.
- [4] Thompson A K. Controlled atmosphere storage of fruits and vegetables [M]. UK:MPG Books Group,2010:142-144.
- [5] Ravindra M R, Goswami T K. Comparative performance of precooling methods for the storage of mangoes [J]. Journal of Food Process Engineering,2008,31(3):354-371.
- [6] de la Plaza J L, Mochon J. Storage of horticultural products in controlled atmosphere [J]. Mundo Electronico,1981,113(5):99-108.
- [7] 王广海,吕恩利,陆华忠,等. 基于PLC的果蔬气调保鲜环境自动调控系统设计[J]. 江苏农业科学,2015,43(3):368-372.

林标声,吴江文,江火香,等. 适合银杏叶发酵的菌株筛选及发酵效果[J]. 江苏农业科学,2016,44(4):315-317.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.04.090

适合银杏叶发酵的菌株筛选及发酵效果

林标声^{1,2}, 吴江文¹, 江火香¹, 戴爱玲^{1,2}, 杨小燕^{1,2}

(1. 龙岩学院生命科学学院,福建龙岩 364012; 2. 福建省预防兽医学与兽医生物技术重点实验室,福建龙岩 364012)

摘要:研究了适合银杏叶发酵的菌株及其发酵效果。结果表明,银杏叶添加浓度为40%~50%时,地衣芽孢杆菌、嗜热乳杆菌、产脲假丝酵母适用于银杏叶发酵,其最佳的比例混合为2:1:1,最优的发酵工艺条件为接种量5%,含水量50%、发酵时间15 d,发酵温度30℃,与发酵前物料相比,发酵后银杏叶制剂菌株大量生长,产生乳酸,粗蛋白、氨基酸含量显著上升,提高了产品的益生菌含量、适口性及营养成分。

关键词:银杏叶;发酵菌株;筛选;地衣芽孢杆菌;嗜热乳杆菌;产脲假丝酵母

中图分类号: S182 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)04-0315-03

银杏(*Ginkgo biloba* L.)是世界上最古老的孑遗植物,为中国特有珍稀树种,分布广泛,资源丰富。银杏的药用价值主要体现在叶和果实上,我国宋朝时民间就使用银杏叶治疗哮喘和支气管炎^[1]等疾病。自20世纪60年代起,国内外学者对银杏叶的化学成分、药理作用、药物功效等进行了大量的相关研究,结果表明,银杏叶化学成分复杂,种类较多,许多成分具有重要的生理功能及活性^[2]。到目前为止,从银杏叶中分离出的化学活性成分有160余种,包括银杏黄酮类、有机酸类、萜内酯类、烷基酚酸类、银杏酚类、醇类及甾类等^[3]。银杏叶的食用安全性也较高,目前,以银杏叶及提取物为原料的药物和保健食品等已经大量上市。特别是近年来银杏叶作为

饲料添加剂,在畜禽饲养方面有了一定的运用,能起到促进畜禽肠胃吸收、促生长、增强免疫力等功效,其作为一种新型饲料添加剂在畜牧业中具有广阔的开发应用前景^[4-5]。银杏叶的相关开发,主要以银杏叶提取物为主,但银杏叶提取物的传统溶剂浸提法既造成了大量有效成分的损失,也无法保证产品的纯天然性^[6]。而利用微生物发酵银杏叶制成微生物发酵剂,既克服了传统方法的缺点,又使银杏叶功效成分得到更好的直接释放^[7]。从国内外资料调查可知,银杏叶在畜牧业上的应用还很少,特别是将银杏叶微生物发酵剂开发及作为饲料添加剂在生猪中的应用还未见报道,可能是银杏叶制剂的相关成分对微生物有一定的抑制作用,限制了银杏叶发酵制剂的研制与开发^[8-9]。因此,本研究以银杏叶为发酵基质,通过筛选适合银杏叶发酵的优良菌株,优化其配伍组合,考察其发酵效果,为将来进一步开发出操作易行、装置简易且成本低廉、营养丰富、适口性好的银杏叶发酵制剂产品提供科学依据。

收稿日期:2015-11-04

基金项目:福建省发改委省级战略性新兴产业技术开发专项(编号:闽发改高技[2013]577);福建省科技厅设区市属高校科研立项(编号:JK2014051);福建省科技厅重大专项(编号:2014NZ0002);福建省大学生创新创业训练计划(编号:2015111312053)。

作者简介:林标声(1980—),男,福建连城人,硕士,讲师,主要从事微生物学研究。E-mail:150391768@qq.com。

通信作者:杨小燕,教授,主要从事动物医学研究。E-mail:Lyyxy1988@126.com。

1 材料与方法

1.1 材料

银杏叶购自市场,在60℃烘干后粉碎,过20目筛备用,装入自封袋密封保存。

[8] 吕恩利,杨洲,陆华忠,等. 保鲜运输用液氮充注气调温度调节性能的优化[J]. 农业工程学报,2012,28(13):237-243.

[9] 陈叔平,昌锐,刘振全,等. 低温翅片管换热器的传热试验研究[J]. 低温技术,2006,34(2):91-93.

[10] 刘建军,张继军,王振涛,等. 果蔬气调冷库环境的智能化控制系统[J]. 轻工机械,2005,22(2):91-93.

[11] 林锋,谢晶,陈邓曼. 果蔬气调库贮藏中温湿度控制及气密性措施[J]. 制冷,2000,19(4):41-44.

[12] 王广海,吕恩利,陆华忠,等. 基于PLC的多厢体气调试验平台控制系统的设计与实现[J]. 江苏农业科学,2015,43(5):389-392.

[13] 韩小腾,陆华忠,吕恩利,等. 保鲜运输用高压雾化加湿系统湿度调节特性的试验[J]. 农业工程学报,2011,27(7):332-337.

[14] 吴琼,张长利,董守田. 马铃薯贮藏环境监测系统设计[J]. 农机化研究,2013,35(1):138-140.

[15] 吕恩利,陆华忠,杨洲,等. 气调保鲜运输车通风系统阻力特

性试验[J]. 农业机械学报,2011,42(3):120-124.

[16] Castro L, Vigeant C, Cortez L A B. Cooling performance of horticultural produce in containers with peripheral openings [J]. Post-harvest Biology and Technology,2005,38(3):254-261.

[17] Ferrua M J, Singh R P. Modeling the forced-air cooling process of fresh strawberry packages. Part I: Numerical model [J]. International Journal of Refrigeration,2009,32(2):335-348.

[18] Vigneault C, Markarian N R, Silva A, et al. Pressure drop during forced-air ventilation of various horticultural produce in containers with different opening configurations [J]. Transactions of the ASAE,2004,47(3):807-814.

[19] 闫国琦,杨洲,马征. 龙眼压差通风预冷装置风速控制与能耗分析[J]. 农业机械学报,2009,40(3):125-129.

[20] 吕恩利,陆华忠,杨洲,等. 番茄差压预冷过程中的通风阻力特性[J]. 农业工程学报,2010,26(7):341-345.